

令和2年3月17日
四国電力株式会社

伊方発電所で連続発生したトラブルの原因と対策をとりまとめた 報告書の提出について

伊方発電所では、本年1月に連続してトラブルが発生し、地域の皆さまをはじめ多くの方々に大変なご心配をおかけしましたことを、改めてお詫び申し上げます。

当社では、この事態を重く受け止め、伊方発電所3号機の第15回定期検査を中断し、トラブルの原因究明と再発防止策の策定に取り組んでまいりましたが、本日、これらを取りまとめた報告書を、愛媛県・伊方町ほか関係自治体、および原子力規制委員会へ提出しました。

当社といたしましては、今後行われる公開会合等での報告書に対する審議に的確にお応えするとともに、様々なご意見を真摯に受け止め、伊方発電所の安全性向上の追求に全力で取り組んでまいります。

(別紙1) 伊方発電所で連続発生したトラブルの原因究明と再発防止策について

(別紙2) 各トラブルの原因と対策をとりまとめた報告書

- ・ 3号機中央制御室非常用循環系の点検に伴う運転上の制限の逸脱について
([概要版](#)・[報告書](#))
- ・ 3号機原子炉容器上部炉心構造物吊り上げ時の制御棒クラスタ引き上がりについて※
([概要版](#)・[報告書](#))
- ・ 3号機燃料集合体点検時の落下信号発信について ([概要版](#)・[報告書](#))
- ・ 所内電源の一時的喪失について ([概要版](#)・[報告書](#))
- ・ 連続発生したトラブルの総括評価について ([報告書](#))

※実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第134条の規定に基づき原子力規制委員会へ提出

以 上

伊方発電所で連続発生した トラブルの原因究明と再発防止策について

令和2年3月17日

四国電力株式会社

- 伊方発電所において、本年1月6日以降、4件のトラブルが連続して発生し、愛媛県や伊方町をはじめとした地域の皆さまにご心配をおかけする事態となりました。この事態を当社としては重く受け止め、確実に定期検査が行える状況になるまでは定期検査の作業を中断し、原子力本部長が伊方発電所に常駐して陣頭指揮にあたり、社長がトップマネジメントとして各トラブルの徹底した原因究明と再発防止策の策定に取り組んでまいりました。
- また、短期間に伊方発電所でトラブルが続いたことに関して、トラブルの原因究明と再発防止対策の策定はもとより、トラブルが連続したことに関する背景について、組織体制面、技術面、意識面などの深掘りを行い、それを踏まえた改善策を取りまとめましたのでご報告いたします。

2. 4 事象の原因と再発防止策

事象Ⅰ. 3号機中央制御室非常用循環系の点検に伴う運転上の制限の逸脱

第14回定期検査（平成29年10月3日～平成30年11月28日）中の中央制御室非常用循環系※1点検作業について、保安規定に定める点検可能時期以外の期間で作業を実施していた。なお、当該作業以外の予防保全作業について、点検可能時期以外の期間で作業していなかったことを確認した。

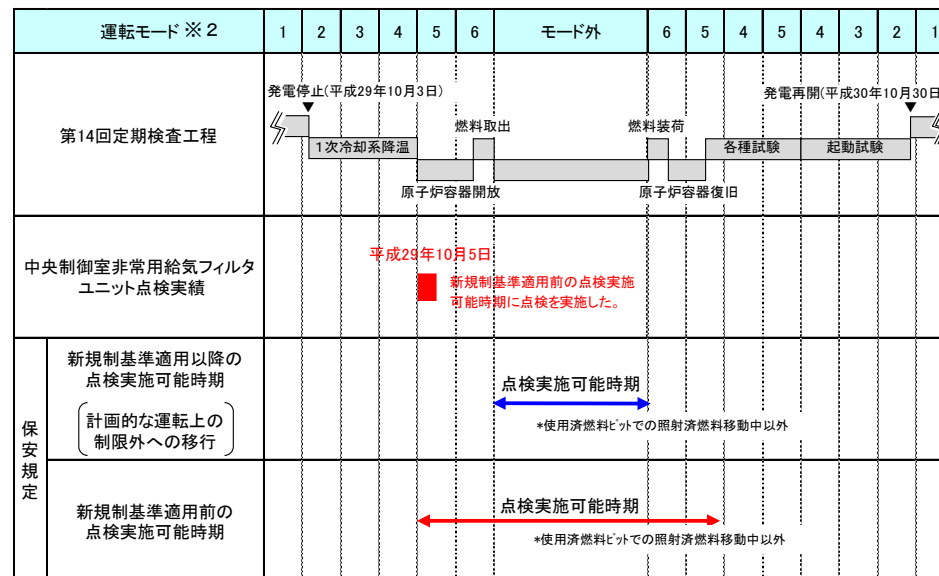
※1：放射性物質が放出されるような重大事故時に、中央制御室への放射性物質の流入を防ぐため、外気を遮断して中央制御室の空気をフィルタを通して循環させる空調装置

【原因】

- ・ 担当者は、保安規定記載事項の一部について誤った解釈をした状態であったこと、また、十分な確認を行わなかったことから、当該作業を実施してはいけない時期に計画した。
- ・ 作業許可にあたり、各承認者が当該作業の実施可能時期かどうかを確実にチェックできる仕組みが構築できていなかった。
- ・ 「問いかける姿勢」が欠けていたことから、組織としてのチェック機能も働かなかったものと推定した。

【再発防止策】

- ・ 作業計画の妥当性を確認するチェックシートを作成し、承認を受ける運用を開始した。
- ・ 保安規定が改定された場合には、周知に加えて改定内容に係る教育を実施する。
- ・ 定期的に実施している、原子力安全に対して組織や個人が持つべき習慣等に関する教育に、今回の事象を反映することで、「問いかける姿勢」が定着するよう繰り返し意識付けを行う。



※2：保安規定で定めているプラントの運転状態に応じた区分

図 第14回定期検査における点検工程

事象Ⅱ. 3号機原子炉容器上部炉心構造物吊り上げ時の制御棒クラスタ引き上がり [1/2]

原子炉からの燃料取出の準備作業として、制御棒クラスタと駆動軸との切り離しを行った後、原子炉容器の上部炉心構造物※¹を吊り上げていたところ、制御棒クラスタ※² 1体が上部炉心構造物とともに引き上げられた。

※¹：原子炉容器内の構造物のうち上部を構成する一体化構造物

※²：原子炉の出力を制御するための制御棒24本を一体として動作させるためにまとめたもの

【原因】

- ・ 制御棒クラスタ頭部の堆積物（スラッジ※³）が駆動軸取り外し軸の先端と接手との間に詰まったことから、駆動軸を制御棒クラスタへ着座させた後、駆動軸先端が制御棒クラスタに沈み込み、不完全な結合状態となり、制御棒クラスタ1体が上部炉心構造物とともに引き上げられたものと推定した。
- ・ 切り離し操作後に意図せず再結合する事象は、これまで経験したことがない事象であったため、再結合となった状態を確認する手順がなかった。

※³：駆動軸内表面や1次冷却系統内で生成された鉄の酸化物

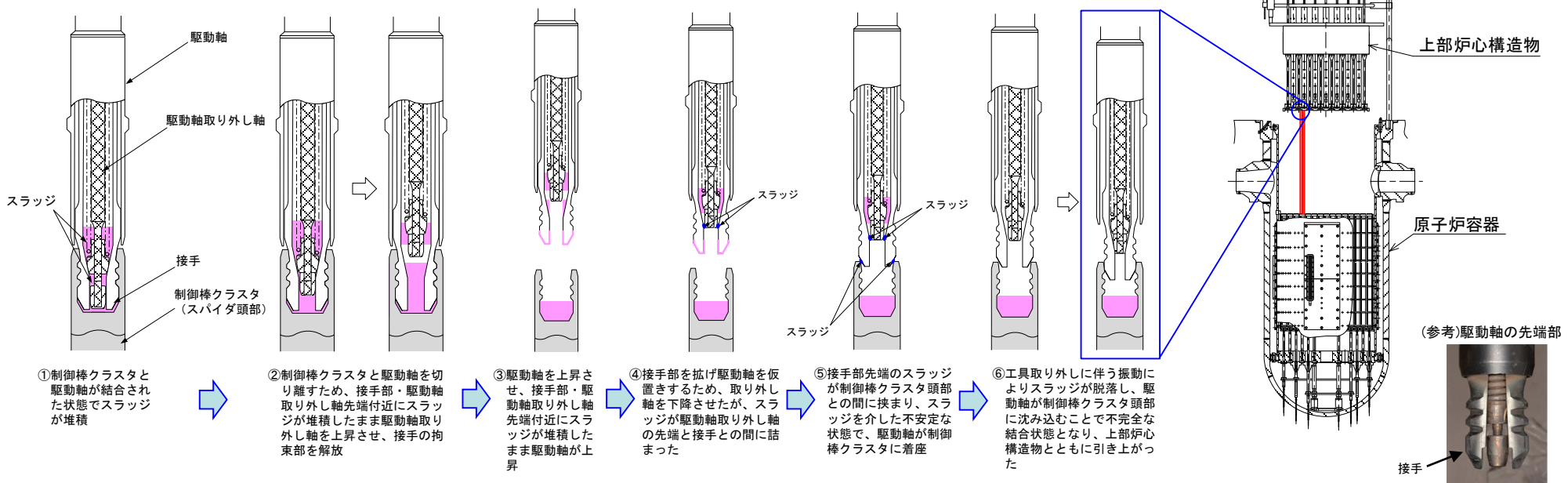


図 推定原因

事象Ⅱ. 3号機原子炉容器上部炉心構造物吊り上げ時の制御棒クラスタ引き上がり [2/2]

【再発防止策】

- ・ 駆動軸が確実に切り離されていることを確認するため、駆動軸取り外し軸の位置を確認する手順を追加することにより、再結合を防止する (①)。
- ・ 駆動軸切り離し時に加え、駆動軸を制御棒クラスタへ着座させた後に再度重量確認や位置計測を行うことにより、再結合していないことを確実に確認する手順を追加する (②)。
- ・ 制御棒クラスタ頭部のスラッジを可能な限り減らすため、定期検査毎に制御棒クラスタ頭部の状況を確認し、スラッジが堆積している場合は除去する。

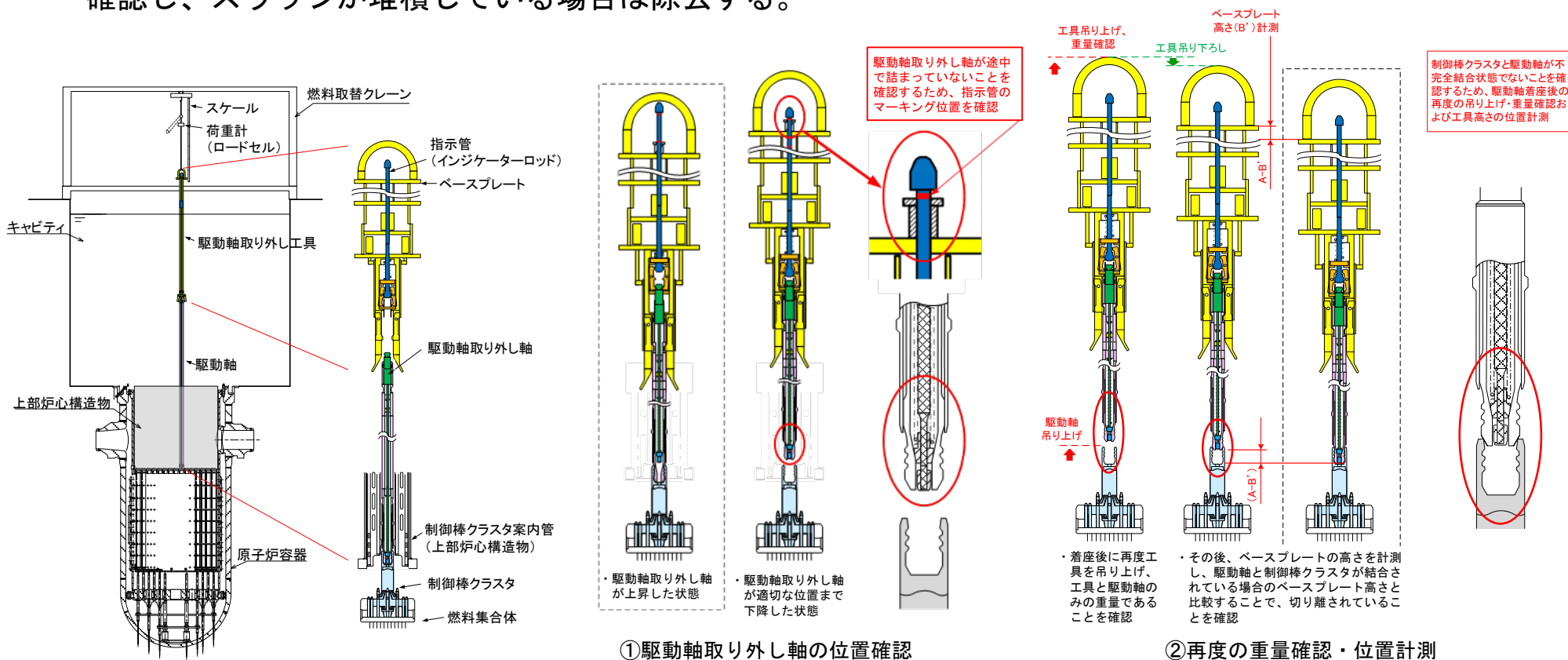


図 再発防止策（作業手順の改善）

2. 4 事象の原因と再発防止策

事象Ⅲ. 3号機燃料集合体点検時の落下信号発信 [1/2]

燃料集合体を点検装置ラックに挿入する際に、当該ラックの枠に乗り上げたことにより使用済燃料ピットクレーンの吊り上げ荷重が減少し、燃料集合体の落下信号が発信した。

【原因】

- ・ 点検装置ラックの開口部が小さく、難度が高い作業となっていた。
- ・ 水中照明により点検装置ラックに影ができ、開口部の視認性が低下していた。
- ・ 燃料集合体が点検装置ラックと接触すること等により荷重変動が生じた際の対応が明確でなかった。
- ・ この作業の困難さを操作員のみが認識し、作業員全員で共有できておらず、改善につながっていなかった。

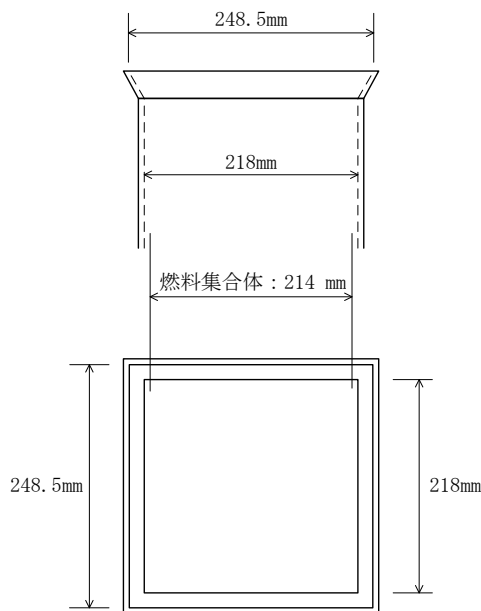


図 現状の点検装置ラック開口寸法

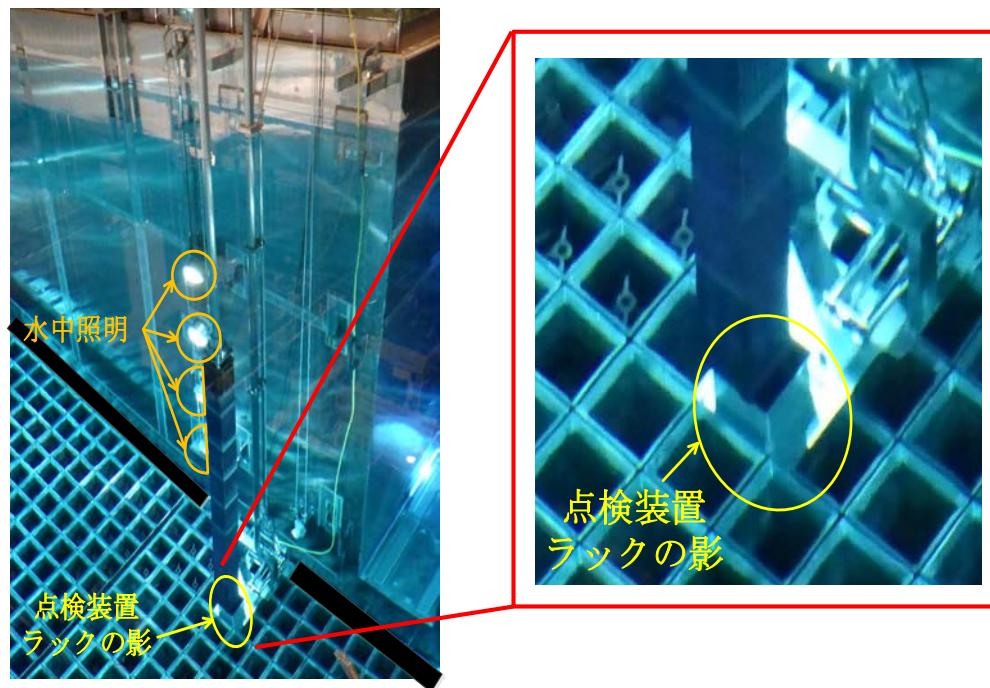


図 点検装置ラックの視認性

2. 4 事象の原因と再発防止策

事象Ⅲ. 3号機燃料集合体点検時の落下信号発信 [2/2]

【再発防止策】

- ・ 点検装置ラックの開口部を拡大する。
- ・ 本点検作業時には、状況を確認するための水中テレビカメラ、作業中の視認性向上のための水中照明を追加で設置する。
- ・ 燃料集合体の点検装置ラックへの挿入状況について、操作員に加えて作業責任者がダブルチェックを行う。
- ・ 燃料集合体を点検装置ラックに挿入する際の注意事項として、点検装置ラックへの接触等により荷重変動が生じた際には作業を中断し、追加措置の必要性等を確認することを作業要領書に追記する。
- ・ 今後、作業の難度を考慮し、作業員への聞き取り等に基づき適切な作業手順・作業環境とすることが作業要領書に反映されるよう、社内規定を見直す。

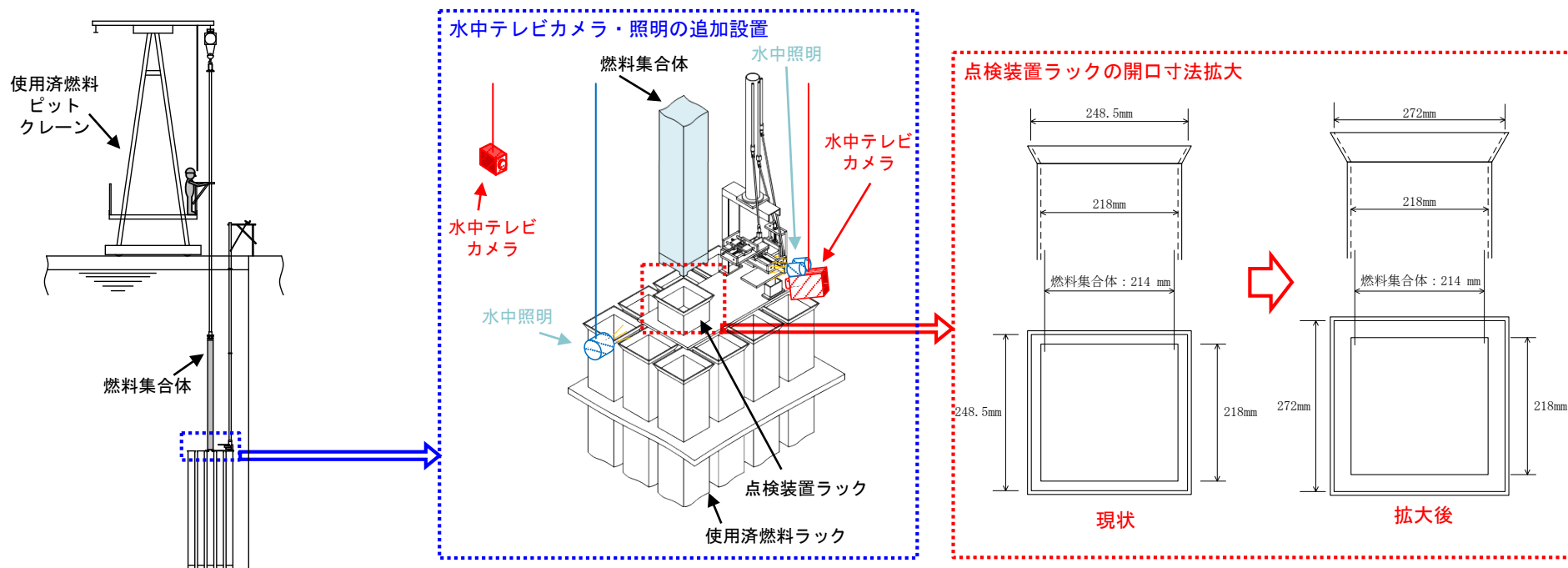


図 再発防止策（点検装置に関する改善）

2. 4 事象の原因と再発防止策

事象Ⅳ. 所内電源の一時的喪失 [1/2]

1、2号機の屋内開閉所において、保護リレー※¹試験時に断路器※²が故障し、1～3号機へ供給していた18万7千V送電線4回線からの受電が停止した。その後、1、2号機は6万6千Vの予備系統から受電し、3号機は非常用ディーゼル発電機から受電した後に、50万V送電線からの受電に切り替え復旧した。今回の保護リレー試験では、断路器が故障すると数秒間でも3基が同時に停電する系統構成となっていた。

【原因】

※¹：電力系統で発生した地絡や短絡などの電気事故を検出し、事故が発生した箇所を切り離す信号を発信する装置

※²：回路を選択・区分するための装置

- ・ 断路器の設備故障が直接的な原因であった。
- ・ 断路器の開閉を行う内部部品の結合部分に、ごく稀に隙間が生じる構造となっていたため放電が発生し、放電に伴う発熱により結合部が損耗し、隙間が拡大した。
- ・ その後、断路器開閉時に結合部の擦れが生じることで金属片が落下し、相间短絡（ショート）が発生し、保護装置が動作したものと推定した。

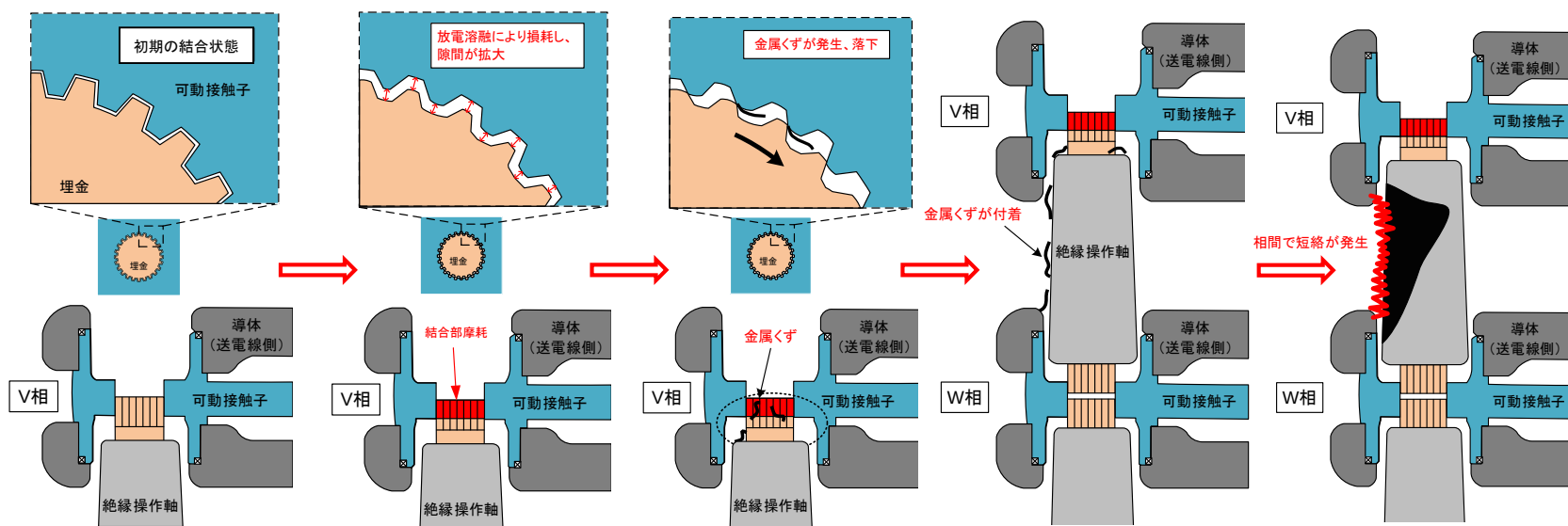
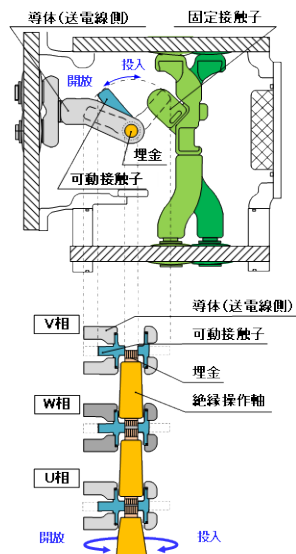


図 断路器の動作概要

図 推定原因

- ・故障した当該断路器の部品を新品に交換する。
- ・その他断路器については、内部異常診断等により異常がないことを確認した。さらに、構造が異なる3号機の断路器についても、同診断により異常がないことを確認した。
- ・今後計画的に同一構造および使用状態が同じ断路器ユニット(13台)の内部開放点検を行う。
- ・当該断路器を加えた断路器(14台)について、恒常的な対策を検討していくとともに、内部異常診断による監視を強化する。
- ・今回の保護リレー試験の再開に際しては、一定の負荷を接続する必要があるが、1～3号機の同時停電を防止する観点から、3号機の所内負荷を接続しない系統構成(模擬負荷使用)とする。

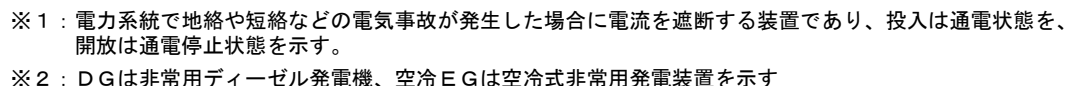


図 再発防止策（保護リレー試験時の系統構成改善）

□ 4 事象の直接原因と背後要因を踏まえた調査項目の設定

4 事象の原因と再発防止策の策定結果をもとに、4 事象それぞれの原因（直接原因）に関する視点、さらに踏み込んだ分析を行うために、4 事象の背後に存在する要因（背後要因）や社外からのご意見を踏まえた視点など、あらゆる観点から幅広く調査する。

○ 背後要因

・ 確認・承認プロセスの問題 ・ 業務改善プロセスの問題 ・ 安全文化の問題 ・ 人的リソース不足 ・ リスク確認不足



具体的な調査項目

4 事象の直接原因などを踏まえた調査項目

- ① 4 事象の対策の他作業などへの水平展開に係る調査
- ② 定期検査プロセスの妥当性調査

4 事象の背後要因などを踏まえた調査項目

- ③ 包括的な改善活動の仕組みの調査
- ④ 安全文化・モチベーションの調査
- ⑤ 技術力の調査
- ⑥ 組織体制の在り方の調査
- ⑦ リスクマネジメント活動の調査
- ⑧ 保守管理プロセスの妥当性調査
- ⑨ 職場環境の調査
- ⑩ 外部組織等によるレビューの調査



次頁へ

□ 4 事象の直接原因と背後要因を踏まえた調査結果と改善策

10項目を調査した結果、以下の5つについて、改善の余地や不十分な点が確認された。

調査結果

作業要領書の改善余地

- ・ 4 事象の対策において実施する作業要領書の見直し（記載内容の充実等）について、幅広く他の作業にも水平展開することで、不具合発生リスクを低減できる可能性があることを確認した。

作業計画の妥当性確認が不十分

- ・ 作業計画段階に点検時期を誤り、事象Ⅰ（3号機中央制御室非常用循環系の点検に伴う運転上の制限の逸脱）が発生したことから、定期検査における作業計画の妥当性確認が不十分であった。

軽微な気づきなどの収集・反映が不十分

- ・ 従来のシステムでは、軽微な気づきや改善提案を活用できておらず、協力会社、外部機関等を含む多くの関係者からも同様の情報収集ができていなかった。

双方向コミュニケーションの改善余地

- ・ 最近の原子力を取り巻く社会環境や発電所の状況変化はあったものの、今回実施した幹部と発電所員、関係会社等との意見交換では、モチベーションの低下は見られず、安全意識も高く維持されていることを確認した。その一方で、運転差し止め仮処分決定や原子力の将来に対する不安などの意見も出された。
- ・ 今回実施した双方向のコミュニケーションは、不安払拭や安全意識の共有に有効であることから、継続実施していく。

ノウハウなどの技術継承の改善余地

- ・ 発電所員および協力会社作業員の技術力レベルは維持されているものの、一基運転となったことによる作業機会の減少やベテラン社員・作業員の定年退職等により、これまで蓄積されてきたノウハウの維持が難しくなる懸念がある。

- ・ 組織体制については、事象Ⅰで作業計画の妥当性に対するチェック不足が一因として挙げられており、人的リソースの不足が想定されたが、人的リソースの規模という観点からは、応援体制の構築や大規模工事等の進捗にあわせて組織体制の見直しを行うなど、効果的に人的リソースを配置してきており、適切な組織体制が維持されている。



次頁へ

改善策

作業要領書の充実

- ・ 作業要領書に改善余地があることから、3号機第15回定期検査の全作業要領書（約1,100件）を総点検し、144件の要領書を対象に426箇所の見直し（記載内容の充実等）を実施。
- ・ 新たに制定する作業要領書についても、同様の充実を図る。

作業計画段階におけるレビューの強化（新チームの設置）

- ・ 作業計画の妥当性確認が不十分であったことから、新チームを設置し、独立した立場から作業担当部門が策定した作業計画の妥当性を確認し、継続的な改善を図る。

包括的な改善活動の推進

- ・ 軽微な気づきなどの収集・反映が不十分であったことから、これらを幅広く収集するとともに是正処置プログラム（CAP※）に入力し、この仕組みを確実に実施することで、包括的な改善活動を強力に推進する。

安全意識共有の充実

- ・ 双方向のコミュニケーションは安全意識の共有に有効であることから、今後とも幹部と発電所員、関係会社等との意見交換で実施するなど、充実していく。

技術力・現場力の維持・向上

- ・ ノウハウなどの技術継承に改善余地があることから、教育訓練の機会を増やすとともに、ベテラン社員・作業員の経験や視点を踏まえ、作業要領書の記載内容を充実させていくことで、確実な技術継承を図り、技術力・現場力の維持・向上に取り組んでいく。

※：本年4月から本格運用を開始する様々な課題を吸い上げ改善につなげる仕組み

- 今回、一連のトラブルの原因究明と再発防止策の策定およびこれらトラブルの背景の考察といった観点も含めて、網羅的に調査を行った結果、リスク情報の活用推進といったこれまでの活動を評価するとともに、作業計画段階におけるレビューの強化など、更なる改善策についても抽出しました。改善策については既に完了しているものもありますが、今後、スピード感を持って着実に実施してまいります。
- また、発電所で働く一人ひとりが基本ルールの徹底という原点に立ち返り、一つひとつの作業を慎重かつ確実に実施することは勿論のこと、日々の業務に励む中で、
 - ・これまで通りに業務を実施していれば大丈夫だろうと思考停止に陥いることなく、プラントに対する思いや心配りで、どうすれば「より良く」できるのかを追求すること
 - ・自分自身あるいは組織の「物差し」が社会の皆さまの感覚とかけ離れていないかを常に意識することを発電所の全所員が共有するとともに、安全意識の共有・向上を図ることで、これまで以上に伊方発電所の安全性を高めていきたいと考えています。
- これらに加えて、愛媛県や伊方町との「信頼関係の礎」である「えひめ方式」による通報連絡を迅速・的確に行うことを徹底し、社長がトップマネジメントとして、地域の皆さまの不安感払拭と信頼回復に懸命に取り組んでまいります。